



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 07 486 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 16 C 33/10
H 02 K 5/167

②1 Aktenzeichen: 101 07 486.7
②2 Anmeldetag: 15. 2. 2001
④3 Offenlegungstag: 12. 9. 2002

DE 101 07 486 A 1

⑦1 Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE; Karl
Simon GmbH & Co. KG, 78733 Aichhalden, DE

⑦4 Vertreter:

Patentanwälte Eisele, Dr. Otten, Dr. Roth & Dr.
Dobler, 88212 Ravensburg

⑦2 Erfinder:

Kurz, Guido, 86853 Langerringen, DE; Dornhöfer,
Gerd, Dr., 71229 Leonberg, DE; Stehr, Werner,
72160 Horb, DE; Vogt, Andreas, Dr., 71272
Renningen, DE; Koch, Hans-Peter, Dr., 70435
Stuttgart, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

DE 199 37 567 A1
DE 15 75 647 A
DD 2 68 034 A1
GB 20 22 722 A
US 31 10 085
US 30 46 068
US 28 94 792

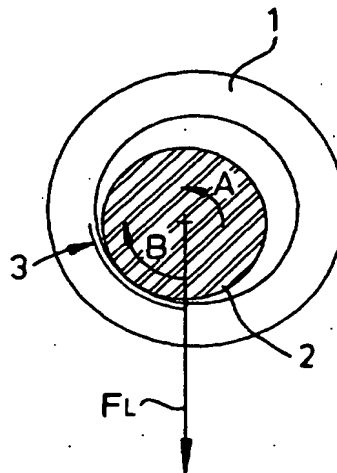
DE-Z.: Maschinenmarkt, Würzburg 87 (1981) 84, S.
1745-1748;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Sintergleitlager und Sintergleitlagereinheit

⑤7 Es wird eine Sintergleitlagereinheit und ein Sintergleitlager (1) mit wenigstens einer Laufzone (3) und einem Schmierstoff, wobei eine Belastung (F_L) des Sintergleitlagers (1) vorgesehen ist, vorgeschlagen das bzw. die ein Betrieb des Sintergleitlagers (1) bzw. der Sintergleitlagereinheit im hydrodynamischen Betriebszustand gewährleistet. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass eine Laufzone (3) ausgebildet ist, die wenigstens eine von der Richtung der Belastung (F_L) abhängige Lage sowie eine im Vergleich zur sonstigen Lageroberfläche weniger Schmierstoff durchlässige Lauffläche aufweist.



DE 101 07 486 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sintergleitlager und eine Sintergleitlagereinheit nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 6.

Stand der Technik

[0002] Bislang sind Sintergleitlager beispielsweise für Motoren, Getriebe oder dergleichen gemäß der Offenlegungsschrift DE 199 37 567 bekannt, die längs einer Lagerbohrung abwechselnd hoch verdichtete, kleinporeige Laufflächen und niedrig verdichtete, offenporige Zonen zur Schmierstoffzufuhr bzw. -abfuhr und/oder als Schmierstoffdepot aufweisen.

[0003] Bei entsprechenden Sintergleitlagern gemäß dem Stand der Technik weisen die Laufflächen im Betrieb eine sogenannte hydrodynamische Schmierung auf, wobei sich aufgrund des sich aufbauenden Druckes ein trennender Schmierstofffilm zwischen der Welle und dem Lager bildet. Im Bereich der offenporigen Zonen wird jedoch der Schmierstofffilm in die offenen Poren des Sintermaterials gepresst, so dass die Welle in diesen Bereichen im sogenannten Mischreibungszustand betrieben wird.

[0004] In diesem Betriebszustand sind u. a. die Reibung als auch der Verschleiß des Lagers höher als beim hydrodynamischen Betrieb.

[0005] Nachteilig bei Sintergleitlagern mit konstanter Belastungsrichtung ist, dass diese abhängig von der Montage gegebenenfalls im Bereich der offenporigen Zonen belastet werden, was wenigstens teilweise zu einem Betrieb des Lagers im Mischreibungszustand führen kann.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, ein Sintergleitlager und eine Sintergleitlagereinheit vorzuschlagen, das bzw. die ein Betrieb des Sintergleitlagers bzw. der Sintergleitlagereinheit im hydrodynamischen Betriebszustand gewährleistet.

[0007] Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Sintergleitlager sowie einer Sintergleitlagereinheit der einleitend genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 6 gelöst.

[0008] Durch die in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen sind vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung möglich.

[0009] Dementsprechend zeichnet sich ein erfindungsgemäßes Sintergleitlager dadurch aus, dass eine Laufzone ausgebildet ist, die wenigstens eine von der Richtung der Belastung abhängige Lage sowie eine im Vergleich zur sonstigen Lageroberfläche weniger Schmierstoff durchlässige Lauffläche aufweist. Eine erfindungsgemäße, einstellbare Laufzone gewährleistet einen hydrodynamischen Betrieb im Lastbereich des Sintergleitlagers. Hierdurch reduzieren sich Reibung und Verschleiß des Sintergleitlagers, so dass in vorteilhafter Weise die Eigenerwärmung und die Schmierstoffalterung während des Betriebs deutlich verringert werden kann und somit insbesondere die Lebensdauer des Lagers zunimmt.

[0010] Erfindungsgemäß bleibt die Ausgangsporosität des Sintergleitlagers außerhalb der erfindungsgemäßen Laufzone im Wesentlichen erhalten, so dass der vorteilhafte Schmierstoffaustausch zwischen Lager und Lagerspalt des Sintergleitlagers weiterhin erhalten bleibt und keine Mangelschmierung des Lagers auftreten kann.

[0011] In einer besonderen Weiterbildung der Erfindung ist wenigstens eine einstellbare Länge der Laufzone in Ab-

hängigkeit der Belastungsstärke vorgesehen. Dies ermöglicht beispielsweise, dass mit zunehmender Belastungsstärke die Länge der Laufzone zunimmt, wodurch eine vorteilhafte Anpassung des Sintergleitlagers an die Belastungsstärke realisiert werden kann. Hierbei wird in vorteilhafter Weise der auf das Sintergleitlager wirkende Belastungsdruck auf eine vergleichsweise große Fläche verteilt, wodurch die Beanspruchung des Sintergleitlagers vermindert wird.

[0012] Vorzugsweise weist die Laufzone wenigstens versiegelte, oberflächennahe Poren auf. Mittels dem erfindungsgemäßen Versiegeln der oberflächennahen Poren wird in vorteilhafter Weise die Ausbildung eines hydrodynamischen Schmierfilms im Betriebszustand ermöglicht, was zur erfindungsgemäßen Reduzierung der Reibung sowie des Verschleißes des Sintergleitlagers führt.

[0013] Beispielsweise ist zum Versiegeln der oberflächennahen Poren ein Verdichten der Poren oder ein Aufbringen eines vergleichsweise dünnen Beschichtungsfilms auf der Welle denkbar. Vorzugsweise ist jedoch wenigstens ein Zusatzstoff zum Verschließen der oberflächennahen Poren vorgesehen.

[0014] Hierdurch wird gewährleistet, dass insbesondere das poröse Sintergleitlager erst im eingebauten Zustand nachträglich im Bereich der erfindungsgemäßen Laufzone mit dem Zusatzstoff entsprechend versiegelt werden kann. Mit dieser Maßnahme reduziert sich insbesondere der Montageaufwand des erfindungsgemäßen Sintergleitlagers, da dies unabhängig von der Belastungsrichtung während des Betriebs entsprechend eingebaut werden kann.

[0015] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst wenigstens der Schmierstoff den Zusatzstoff zum Verschließen der oberflächennahen Poren der Laufzone des Sintergleitlagers. Hierdurch wird in vergleichsweise einfacher Weise die erfindungsgemäße von der Belastungsrichtung abhängige Lage der Laufzone dadurch realisiert, dass durch die in einer Einlaufphase im Mischreibungszustand auftretenden höheren Betriebstemperaturen beispielsweise der Zusatzstoff in die oberflächennahen Poren eindringen kann und gegebenenfalls in einer daran anschließenden Phase mit niedrigeren Temperaturen, insbesondere aufgrund eines chemischen Umwandlungsprozesses des Zusatzstoffes, das erfindungsgemäße Verschließen der oberflächennahen Poren erfolgt. In vorteilhafter Weise erfolgt die Temperaturerhöhung hierbei vor allem im Bereich der Laufzone, so dass insbesondere die erfindungsgemäße Lage der Laufzone ohne großen messtechnischen Aufwand und/oder auch Montageaufwand, die beispielsweise zur Ermittlung der tatsächlichen Belastungsrichtung des Sintergleitlagers im Betrieb notwendig wären, ermittelt und realisiert werden kann.

[0016] Das erfindungsgemäße Verschließen der oberflächennahen Poren mittels des Zusatzstoffes kann sowohl reversibel als auch irreversibel erfolgen. Vorteil der irreversiblen Versiegelung ist insbesondere, dass die erfindungsgemäße Laufzone unabhängig von späteren Temperaturänderungen im Bereich des Sintergleitlagers ist. Vorteil der reversiblen Variante ist dagegen, dass das erfindungsgemäße Sintergleitlager gegebenenfalls für einen anschließenden, neuen Anwendungsfall wiederverwertbar ist.

[0017] Vorteilhafterweise umfasst eine Sintergleitlagereinheit mit einem erfindungsgemäßen Sintergleitlager wenigstens eine Belegung einer entsprechenden Welle oder Achse, wobei die Belegung zum Verschließen der oberflächennahen Poren der Laufbahn des Sintergleitlagers vorgesehen ist. Hierdurch wird gewährleistet, dass das erfindungsgemäße Verschließen der oberflächennahen Poren mit einem Zusatzstoff in vorteilhafter Weise mit einer entsprechend ausgebildeten Welle oder Achse realisierbar ist.

[0018] Die Belegung ist vorzugsweise als vergleichsweise weiche Zusatzschicht auf der Welle bzw. Achse ausgebildet und insbesondere wenigstens im Bereich des Sintergleitlagers vorgesehen. Beispielsweise erfolgt das Verschließen der oberflächennahen Poren aufgrund des Festkörperkontaktes, gegebenenfalls während einer Einlaufphase, zwischen Sintergleitlager und Welle bzw. Achse, wobei vorzugsweise ein Materialübertrag von der Welle bzw. Achse auf das Lager erfolgt. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise ein vorgegebener Verschleiß der Welle bzw. Achse zur Erzeugung der erfindungsgemäßen Laufzone vorgesehen.

[0019] Vorteilhafterweise besteht die Belegung im Wesentlichen aus einem weichen Metall, Kunststoff oder dergleichen. Auch kann eine chemische Umformung der Belegung vorgesehen werden, wie z. B. ein Aushärten der Belegung nach Beendigung der Einlaufphase. In einer besonderen Weiterbildung der Erfindung entspricht das Volumen der Belegung nahezu dem Volumen der zu verschließenden Poren der erfindungsgemäßen Laufzone.

[0020] Vorteilhafterweise wird die Welle oder Achse zur Versiegelung der belastungsabhängigen Laufzone in einer Versiegelungsphase gegen die Betriebsdrehrichtung gedreht. Hierdurch wird gewährleistet, dass das Sintergleitlager in der Versiegelungsphase aufgrund der im Mischreibungszustand auftretenden Kräfte die Ausbildung der erfindungsgemäßen Laufzone dadurch ermöglicht, dass die Welle bzw. Achse im Mischreibungszustand mit gegensinniger Betriebsdrehrichtung die gleiche Lage im Sintergleitlager aufweist, wie die Welle bzw. Achse im hydrodynamischen Zustand mit entsprechender Betriebsdrehrichtung.

[0021] Grundsätzlich können auch stirn- oder umfangseitig angeordnete Schmierstoffdepots, insbesondere sackloch- und/oder rillenartige Schmierstoffdepots, angeordnet werden, die gegebenenfalls über einen oder mehrere Verbindungskanäle, die beispielsweise als Rillen, Nuten oder Bohrungen ausgebildet sind, mit wenigstens dem Lagerspalt, insbesondere mit der Laufzone, verbunden sind. Die Dimensionierung der Schmierstoffdepots und/oder der Verbindungskanäle erfolgt insbesondere in Abhängigkeit von kapillaren Eigenschaften des Schmierstoffs.

Ausführungsbeispiel

[0022] Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand der einzigen Figur näher erläutert, die einen schematischen Querschnitt eines erfindungsgemäßen Sintergleitlagers zeigt.

[0023] Ein erfindungsgemäßes Sintergleitlager 1 gemäß Fig. 1 weist eine Laufzone 3 auf, die im Lastbereich einer Welle 2 angeordnet ist. Die Einleitung einer Last F_L erfolgt gemäß Fig. 1 senkrecht von oben. Im hydrodynamischen Betriebszustand stellt sich die Wellenposition bei einer Betriebsdrehrichtung B, d. h. bei einer Rotation im Uhrzeigersinn, etwas links unterhalb vom Lagermittelpunkt ein. Die erfindungsgemäße Ausbildung der Laufzone 3 muss gemäß Fig. 1 folglich im dritten Quadranten erfolgen. Hierfür wird in einer Versiegelungsphase die Welle 2 im Mischreibungszustand mit einer Einlaufdrehrichtung A betrieben, wodurch im entsprechenden Lastbereich des Sintergleitlagers 1, der der Laufzone 3 entspricht, aufgrund des vorhandenen Festkörperkontaktes der Welle 2 mit dem Sintergleitlager 1 eine Erwärmung der Laufzone 3 erzeugt wird, so dass beispielsweise mittels eines nicht näher dargestellten Zusatzstoffes die Poren im Bereich der Laufzone 3, beispielsweise mittels Aufschmelzen und anschließendem Erhärten des Zusatzstoffes, versiegelt werden.

[0024] Grundsätzlich kann das Versiegeln beziehungsweise Verschließen der Poren im Lastbereich, d. h. im Be-

reich der Laufzone 3, dadurch ermöglicht werden, dass im Betriebszustand der Mischreibung die Welle 2 und das Sintergleitlager 1 in direktem Kontakt zueinander stehen. Hierdurch können insbesondere zwei verschiedene Herstellungsvarianten zur Ausbildung der erfindungsgemäßen Laufzone 3 verwirklicht werden:

Einerseits kann aufgrund des Festkörperkontaktes zwischen Welle 2 und Sintergleitlager 1 durch Materialübertrag von der Welle 2 auf das Sintergleitlager 1 ein Verschließen der Poren in der Lagerbohrung erreicht werden, d. h. es kann ein gewollter Verschleiß der Welle 2 erzeugt werden. Hierzu ist auf der Welle 2 wenigstens im Bereich des Sintergleitlagers 1 eine relativ weiche Zusatzschicht aufzubringen, wobei das Material der Zusatzschicht beispielsweise ein weiches Metall oder ein Kunststoff sein könnte.

[0025] Vorzugsweise wird die Dicke der Zusatzschicht derart ausgewählt, dass mit dem Volumen der Zusatzschicht der Verschluss der oberflächennahen Poren in der Lastzone erreicht werden kann. Die Dicke kann hierbei beispielsweise entsprechend nachfolgenden Berechnungen ermittelt werden:

Das zu verschließende Lagersegment ist beispielsweise 90° lang, die Fläche A_S dieses Segmentes berechnet sich zu

$$A_S = \pi/2 \cdot r \cdot B$$

wobei r: Lagerradius und
B: Breite des Lagers ist.

[0026] Die Tiefe, bis zu der die an der Oberfläche angrenzenden Poren gefüllt werden, sei t. Von dem Volumen $V_S = A_S \cdot t$ sind nur 10 bis 25% zu füllen, insbesondere abhängig von der Verdichtungsstufe des Sintergleitlagers 1. Hierdurch ergibt sich das gesamte, benötigte Versiegelungsvolumen V_V zu

$$V_V = A_S \cdot t \cdot 0,25$$

[0027] Dieses Volumen ist auf die Fläche A_{WL} der Welle 2 aufzubringen, die sich innerhalb des Lagers 1 befindet

$$A_{WL} = 2\pi \cdot r \cdot B$$

[0028] Die Dicke der aufzubringenden Schicht d_S ist dann

$$d_S = V_V / A_{WL} = (A_S \cdot t \cdot 0,25) / (2\pi \cdot r \cdot B)$$

beziehungsweise

$$d_S = (\pi/2 \cdot r \cdot B \cdot t \cdot 0,25) / (2\pi \cdot r \cdot B)$$

und somit ist

$$d_S = t/16$$

[0029] Hierbei ist beispielsweise $t = 50 \mu\text{m}$, so dass sich für die Dicke der Zusatzschicht auf der Welle 2 bei einer Porosität von 25% ein Wert von maximal $3 \mu\text{m}$ ergibt.

[0030] Andererseits kann beispielsweise aufgrund der beim Festkörperkontakt auftretenden höheren Kontakttemperaturen die erfindungsgemäße Laufzone 3 dadurch erzeugt werden, dass eine chemische Reaktion eines Zusatzstoffes im Schmierstoff erfolgt, wodurch ein lokales Verschließen der oberflächennahen Poren im Bereich der Temperaturerhöhung realisiert wird, z. B. kann dies durch Aufschmelzen entsprechender Schmierstoffadditive und anschließendem Erhärten dieser in den oberflächennahen Poren der Laufzone 3 des Sintergleitlagers 1 verwirklicht werden.

[0031] Vorzugsweise werden erfindungsgemäße Sintergleitlager 1 mit einer in Umfangsrichtung homogenen Verteilung der Porengröße in der Lagerbohrung montiert. In der ersten Zeit nach der Betriebnahme der Sintergleitlager 1 wird in der Einlaufphase die erfindungsgemäße Laufzone 3 dadurch gebildet, dass vor allem die oberflächennahen Poren der Laufzone 3 verschlossen werden. Die Versiegelung der Poren im Bereich der Laufzone 3 ermöglicht im weiteren Betrieb des Sintergleitlagers 1 den Aufbau des vorteilhaften hydrodynamischen Schmierfilms. Außerhalb der Laufzone 3 bleibt die Ausgangsporosität des Sintergleitlagers 1 erhalten, so dass auch der Schmierstoffaustausch zwischen Sintergleitlager 1 und Lagerspalt erhalten bleibt und keine Mangelschmierung des Sintergleitlagers auftreten kann. Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Sintergleitlager 1 bei Lagern mit einer konstanten, radialen Belastungsrichtung vorgesehen, d. h. im Allgemeinen nicht bei Lagern mit umlaufenden Lasten.

[0032] Grundsätzlich ist das erfindungsgemäße Sintergleitlager 1 derart ausgebildet, dass es sich im Betrieb selbst modifiziert, so dass insbesondere ohne großen apparativen und/oder Montage-Aufwand eine erfindungsgemäße Laufzone 3 mit einem im Betrieb hydrodynamischen Schmierfilm realisiert werden kann.

Bezugszeichenliste

1 Sintergleitlager
2 Welle
3 Laufzone
A Einlaufdrehrichtung
B Betriebsdrehrichtung
 F_L Last

Patentansprüche

1. Sintergleitlager (1) mit wenigstens einer Laufzone (3) und einem Schmierstoff, wobei eine Belastung (F_L) des Sintergleitlagers (1) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Laufzone (3) ausgebildet ist, die wenigstens eine von der Richtung der Belastung (F_L) abhängige Lage sowie eine im Vergleich zur sonstigen Lageroberfläche weniger Schmierstoff durchlässige Lauffläche aufweist.
2. Sintergleitlager (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine einstellbare Länge der Laufzone (3) in Abhängigkeit der Belastungsstärke vorgesehen ist.
3. Sintergleitlager (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufzone (3) versiegelte, oberflächennahe Poren aufweist.
4. Sintergleitlager (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Zusatzstoff zum Verschließen der oberflächennahen Poren vorgesehen ist.
5. Sintergleitlager (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmierstoff den Zusatzstoff zum Verschließen der oberflächennahen Poren der Laufzone (3) des Sintergleitlagers (1) umfasst.
6. Sintergleitlagereinheit mit einem Sintergleitlager (1), einem Schmierstoff und einer Welle (2) oder einer Achse, wobei das Sintergleitlager (2) wenigstens eine Laufzone (3) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sintergleitlager (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche vorgesehen ist.
7. Sintergleitlagereinheit nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (2) oder die Achse eine

Belegung zum Verschließen der oberflächennahen Poren der Laufzone (3) des Sintergleitlagers (1) umfasst.
8. Verfahren zur Herstellung eines Sintergleitlagers (1) mit wenigstens einer Laufzone (3), dadurch gekennzeichnet, dass eine Sintergleitlagereinheit nach einem der vorgenannten Ansprüche verwendet wird, wobei die Welle (2) oder Achse zur Versiegelung der belastungsabhängigen Laufzone (3) in einer Versiegelungsphase gegen die Betriebsdrehrichtung gedreht wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

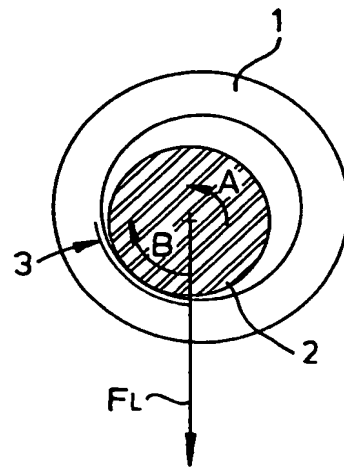


Fig. 1